

Rancang Bangun Alat Sentrifugal Pencuci Daging Buah Kelapa Menggunakan Cairan Air Kelapa (*Pre-Processing Metode Sentrifugasi*)

Hadi Santosa^{*1}, Yulianti², Ig. Jaka Mulyana¹

Jurusan Teknik Industri¹, Jurusan Teknik Elektro²
Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya
Jalan Kalijudan 37, Surabaya, Jawa Timur 60114

Article Info

Article history:

Received
30 August 2019

Accepted
15 August 2020

Keywords:

Virgin Coconut Oil
(VCO), Coconut Water,
Timer, Adjustable

Abstract

The diversification of the coconut processing industry into Virgin Coconut Oil (VCO) as a more prospective coconut derivative is currently still growing rapidly. VCO is a virgin coconut oil product that is beneficial for health, and can be used as a raw material for natural cosmetics which has high economic value. Preliminary research has successfully designed the construction of a coconut husk peeler and a coconut shell breaker machine as an early stage in the VCO production process technology. The discussion of this paper covers the design of a coconut meat washing machine utilizing coconut water which consists of a rotating tube with an adjustable tube rotation speed with an inverter and an electric motor as the driving force equipped with a high pressure nozzle with ± 75 psi pressure. Inside the tube there is a retaining divider that regulates the flow of the washed coconut meat. The washing process uses coconut water to wash coconut meat in a washing tube that rotates at a certain speed as needed with a capacity of 8 kg timer for ± 3 -5 minutes. Coconut water is drained and coconut meat is ready for the next process.

1. PENDAHULUAN

Pada tahun 2013-2017, Indonesia sebagai Negara kepulauan dan beriklim tropis berhasil menempati urutan pertama penghasil kelapa di dunia, dengan rata-rata produksinya mencapai 18,09 juta ton butir kelapa atau sebesar 30,12% terhadap produksi kelapa dunia (Suhendra, 2018). Data yang berhasil dihimpun dari Dirjen perkebunan maka pada tahun 2017, total luas real dan produksi kelapa baik dari petani, pemerintah maupun pihak swasta sebesar 3.544.393 hektar. Produk-produk industri turunan berbasis kelapa yang berkembang dan memiliki prospek pasar global, khususnya pengolahan turunan daging buah kelapa yang prospektif untuk dikembangkan dewasa ini serta mempunyai nilai jual yang tinggi antara lain adalah *Virgin Coconut Oil* (VCO). Indonesia menjadi supplier VCO terbesar kedua di dunia, setelah Filipina pangsa pasarnya mencapai 24,7%, atau setara US\$364,4 juta (Widayanti, 2016).

VCO adalah produk dari buah kelapa yang dapat meningkatkan kesehatan khususnya peningkatan daya imunitas tubuh terhadap berbagai penyakit degeneratif serta sebagai bahan baku kosmetik alami yang mempunyai nilai ekonomis yang tinggi. (Agro Inovasi, 2006). Kematangan kelapa yang telah berumur 12 bulan merupakan

faktor yang sangat penting dalam menjaga kualitas dan pembuatan VCO. Daging buah kelapa yang telah sepenuhnya matang memiliki kandungan minyak tertinggi dan kandungan protein yang relatif rendah. Sebagai produk turunan daging buah yang sangat prospektif untuk berkembang VCO ini memiliki konteks pengembangan yang sangat baik. VCO yang harganya bisa mencapai tiga sampai empat kali minyak kelapa biasa. Saat ini harga satu butir kelapa berkisar antara Rp 2.000 sampai Rp 2.500 per butir. Setiap 1.000 butir kelapa rata-rata menghasilkan 90 sampai 100 liter VCO. (Harian Merapi, 2018). Harga VCO dapat mencapai sampai Rp 100.000 perliternya yang dipengaruhi tingkat kejernihan dan aroma dari VCO. Namun dipihak lain, potensi ekonomi kelapa masih belum dimanfaatkan secara optimal karena adanya berbagai masalah baik dalam proses produksi, pengolahan, pemasaran maupun kelembagaan (Allorerung dan Mahmud, 2002). Oleh sebab itu, upaya pemberdayaan sumberdaya manusia terus dilakukan, terutama melalui pemanfaatan teknologi tepat guna. Berbagai macam teknologi pengolahan kelapa menjadi VCO telah berkembang dewasa ini antara lain metode sentrifugasi, fermentasi, enzimatis dan pemompaan. Sentrifugasi merupakan salah satu metode dengan cara mekanik. Metode sentrifugasi dalam penelitian digunakan dengan pertimbangan bahwa metode

*Corresponding author. Hadi Santosa
Email address: hadi-s@ukwms.ac.id

sentrifugasi menghasilkan rendemen yang tinggi, karena pada pembuatan VCO secara sentrifugasi, pemisahannya terjadi secara alami tanpa memerlukan pemanasan ataupun bantuan fermentor (Abdurrahman *et al.*, 2009; Anwar dan Salima, 2016). Santan sebagai bahan baku utama dalam pembuatan VCO sangat rentan akan kontaminasi mikroba. Oleh sebab itu guna menjaga kualitas santan diperlukan proses pencucian daging buah kelapa (kernel) dengan memanfaatkan air kelapanya. Hal ini juga dimaksudkan untuk mengurangi kadar air, menjaga kadar lemak dalam santan agar mendapatkan minyak VCO yang optimal. Di pihak lain para pengrajin masih menggunakan air biasa untuk proses pencucian daging buah kelapa padahal seringkali air mengandung bahan mineral yang dapat mengkontaminasi daging buah sehingga merusak santan penghasil minyak.

Berpijak dari kondisi dan kesempatan serta peluang yang ada, maka dalam penelitian ini ditawarkan sebuah paket teknologi yang terintegrasi dalam satu *line* proses produksi pengolahan kelapa menjadi minyak kelapa murni (VCO). Penelitian pendahuluan telah berhasil dirancang bangun alat teknologi pengupas sabut kelapa pengupas sabut kelapa (Santosa *et al.*, 2019) dan alat pemecah tempurung kelapa (Yuliati *et al.*, 2019). Sebagai proses selanjutnya tujuan penelitian yang dibahas dalam paper adalah rancang bangun alat pencuci daging buah kelapa memanfaatkan air kelapa. Hal ini bertujuan untuk menjaga kualitas daging buah kelapa, mengurangi kadar air, menjaga kemurnian santan sehingga hasil produk minyak VCO sesuai SNI. Kehadiran air dalam minyak VCO harus kurang dari 0,1 % sehingga akan memperpanjang masa kadaluarsa VCO dengan rata rata dua tahun, dan menghindari bau tengik saat disimpan dalam jangka waktu lama. Sasaran penelitian ini secara umum ditujukan pada para pelaku industri kecil maupun menengah (UMKM) pengolahan kelapa, dan secara khusus ditujukan bagi pengrajin minyak kelapa murni (*Virgin Coconut Oil*) sehingga mampu meningkatkan kecepatan/ kapasitas produksinya, meningkatkan nilai tambah olahan buah kelapa menjadi hasil /produk yang lebih prospektif secara ekonomis agar mampu berdaya saing ekspor sehingga pada akhirnya mampu meningkatkan tingkat hidup dan kesejahteraan keluarga.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Kelapa

Tanaman kelapa (*Cocos nucifera* Linn) merupakan tanaman multiguna, pohon kehidupan (*the tree of life*) karena tiap bagian tanaman kelapa mulai dari air kelapa, daging, daun, batang, tempurung maupun sabut kelapa dapat dimanfaatkan bagi kesejahteraan umat manusia. Komposisi buah kelapa dapat ditunjukkan pada

Tabel 1. Produk turunan dari tanaman kelapa mempunyai nilai ekonomis yang tinggi dan prospektif untuk dikembangkan seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

Berbagai bentuk kegiatan diversifikasi industri pengolahan kelapa sebagai turunan industri kelapa yang lebih prospektif saat ini masih berkembang dengan pesat adalah industri pembuatan minyak *Virgin Coconut Oil* (VCO). VCO merupakan produk minyak kelapa murni yang bermanfaat bagi kesehatan, serta dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku kosmetik alami yang mempunyai nilai ekonomis yang tinggi. *Virgin Coconut Oil* (VCO) memiliki sejumlah sifat fisik yang merupakan kelebihan VCO dibandingkan dengan minyak turunan kelapa yang lain yaitu memiliki kestabilan secara kimia, bisa disimpan dalam jangka panjang dan tidak cepat berbau tengik, serta tahan terhadap panas, cahaya dan oksigen, kandungan asam lauratnya tinggi (Hapsari dan Welasih, 2009).

2.2 Minyak Kelapa Murni

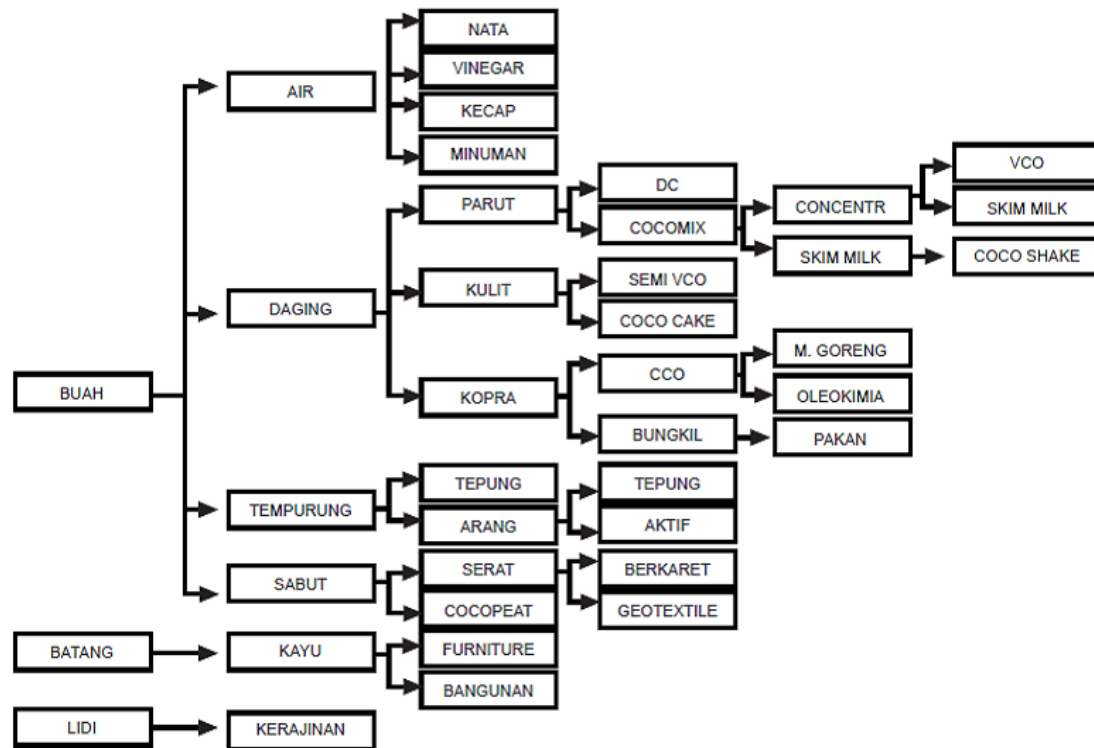
Permintaan produk-produk berbasis kelapa saat ini masih terus meningkat. Hal ini tentunya perlu didukung oleh perkembangan teknologi pengolahan pasca panen. Oleh sebab itu industri pengolahan turunan kelapa masih sangat terbuka untuk dikembangkan khususnya dalam diversifikasi produk olahan kelapa yang dapat meningkatkan nilai tambah dan fungsinya secara esensial. Sebagai contoh adalah produk minyak kelapa murni (*Virgin Coconut Oil*) yang memiliki sifat dwifungsi yaitu sebagai minyak goreng berkualitas tinggi sekaligus sebagai obat anti mikroba yang potensial. Dibandingkan minyak kelapa, minyak VCO memiliki keunggulan yaitu kadar air dan asam lemak bebas rendah, tidak berwarna (bening), beraroma harum, dan daya simpan lebih lama. Minyak ini hanya dimurnikan dengan cara pencucian menggunakan air, pengendapan, penyaringan dan sentrifugasi (Sapta Raharja dan Maya Dwiyuni, 2006). Proses produksi VCO pada dasarnya dilakukan melalui pemisahan minyak dari santan dengan menekan/memeras daging kelapa segar tanpa tambahan air. Adapun langkah langkah pembuatan VCO ditunjukkan pada Gambar 2.

Proses pembuangan kulit dan sabut kelapa merupakan langkah awal proses pembersihan buah kelapa yang telah berhasil dibuat pada tahap penelitian pendahuluan (Santosa *et al.*, 2019). Adapun proses pemecahan tempurung kelapa untuk mengeluarkan daging buah kelapa juga telah berhasil dirancang bangun pada penelitian sebelumnya (Yuliati *et al.*, 2019). Oleh sebab itu pada tahap penelitian lanjutan ini telah berhasil pula dibangun suatu alat pencuci daging buah kelapa memanfaatkan air kelapa. Hal ini bertujuan untuk menjaga kualitas daging buah kelapa sebagai bahan baku pembuatan minyak VCO.

Tabel 1.
Komposisi buah kelapa

Daging buah (Kelapa Tua)	Jumlah berat (%)	Manfaat
Sabut	35	bahan bakar, pengisi jok kursi, anyaman tali, keset, serta media tanam bagi anggrek
Tempurung /batok	12	Bahan bakar, bahan baku kerajinan tangan
Daging buah	28	penetral racun dan memberikan efek penyegar/penenang
Air buah	25	Minuman penyegar, nata de coco

(Sumber: Ketaren, 1986)



Gambar 1.
Produk-produk turunan kelapa
(Sumber: AngroInovasi, 2006)

2.3 Momen gaya

Menurut Kraige (2001), apabila ditinjau dari sudut pandang mekanika benda tegar, dua gaya F dan F' ekuivalen jika kedua gaya itu mempunyai besar sama, arah sama dan garis-aksinya sama. Kecenderungan sebuah gaya untuk memutar sebuah benda tegar di sekitar sebuah sumbu diukur oleh momen gaya terhadap sumbu itu. Momen M_A dari suatu gaya F terhadap suatu sumbu melalui A , atau dengan singkat, momen F terhadap A , didefinisikan sebagai perkalian besar gaya F dengan jarak tegak lurus d dari A ke garis aksi F :

$$M_A = F d \quad (1)$$

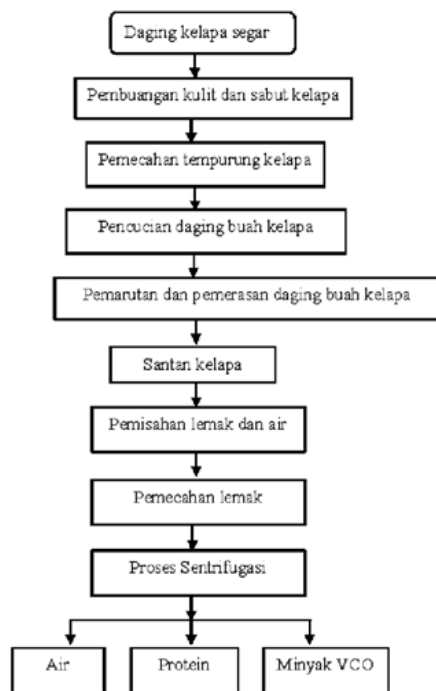
Dalam sistem satuan SI, gaya F dinyatakan dalam newton (N) dan jarak d dalam meter (m), maka momen gaya dinyatakan dalam newton-meter (N.m). Momen gaya dapat ditunjukkan pada Gambar 3.

3. METODE

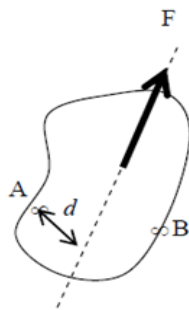
Rancang bangun alat pencuci daging buah kelapa menggunakan air kelapa ini tersusun dalam langkah langkah sebagai berikut :

3.1 Survei informasi

Pada tahap ini dilakukan survey informasi yang berkaitan dengan topik dan metode yang akan digunakan dalam perancangan dan kegiatan penelitian. Pada tahap ini, dilakukan dengan metode survey lapangan ke pengrajin kelapa maupun dari studi literature dari berbagai sumber informasi untuk memberikan referensi sebagai bahan acuan dan pertimbangan antara lain dari berbagai jurnal penelitian sebelumnya, textbook, internet dan referensi lainnya yang berkaitan dengan penelitian dan perancangan alat.



Gambar 2.
Proses pembuatan VCO
(Sumber: Santosa et al., 2019)



Gambar 3.
Momen gaya

3.2 Identifikasi kebutuhan pengrajin

Pada tahap ini dilakukan identifikasi kebutuhan pengrajin kelapa tentang proses pencucian daging buah kelapa berikut kendala/permasalahan yang mereka hadapi dengan tujuan untuk menggali informasi yang diperlukan dalam membuat perancangan dan pembuatan alat pencuci daging buah kelapa. Berdasarkan informasi dari pengrajin kelapa/penjual kelapa tentang kendala atau permasalahan yang mereka hadapi serta kebutuhan mereka secara fungsional dalam proses pencucian daging buah kelapa, maka dapat disimpulkan seperti dalam Tabel 2.

3.3 Perancangan

Perancangan alat pencuci daging buah kelapa tinggi hopper yang dirancang disesuaikan dengan tinggi lengan 135 centimeter dan jangkauan tangan 50 centimeter pengguna.

3.4 Identifikasi kebutuhan bahan

Material atau bahan yang digunakan adalah *stainless steel food grade SS 306* untuk bagian peralatan proses VCO yang akan bersentuhan dengan inti kelapa.

3.5 Rancang bangun alat dan supervisi

Rancang bangun alat sebagai realisasi bentuk *chamber* pencuci berbentuk segi delapan bertujuan agar daging buah kelapa tidak menempel di dinding saat diputar. Supervisi pekerjaan ke beberapa bengkel kerja untuk monitoring pekerjaan

3.6 Ujicoba dan pengukuran tekanan nozzle

Uji coba *turbidity* kekeruhan air kelapa pencuci dari 40 % menjadi 70%. Pengukuran tekanan *nozzle* sebesar ± 75 PSI.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penentuan realisasi alat yang akan dibuat

Berdasarkan identifikasi kebutuhan pengrajin kelapa tentang proses pencucian daging buah kelapa, perancangan gambar teknik serta identifikasi kebutuhan bahan/material yang digunakan, maka dapat ditentukan alat pencuci daging buah kelapa menggunakan air kelapa ini seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

4.2 Realisasi alat

Realisasi alat pencuci daging buah kelapa menggunakan air kelapa dapat ditunjukkan pada Gambar 4. Prinsip dan cara kerja alat ini adalah:

- Daging buah kelapa dan air kelapa dituang ke dalam *chamber* pencucian (1).
- Alat di nyalakan dan proses pencucian berlangsung dengan cara berputar searah. Bentuk ruang *chamber* segi delapan bertujuan agar saat proses pencucian dan perputaran daging buah kelapa tidak akan terlempar ke samping karena dipengaruhi oleh gaya sentrifugal. Bentuk ruang pencucian berupa segi delapan juga bertujuan agar daging buah akan tertarik kembali arah pusat (*central*) ruang pencucian. Sehingga proses pencucian dan peresapan daging dengan air kelapa dapat berlangsung secara bersamaan.
- Kapasitas alat sekali proses pencucian adalah 7-8 kg sekali penuangan selama 3-5 menit. Setelah proses pencucian selesai maka tuas pengungkit (4) ditarik sehingga daging dan air kelapa dapat dituang dalam bak penampung untuk keperluan proses selanjutnya yaitu pamarutan dan pemerasan daging kelapa menjadi santan.

Tabel 2.

Kendala yang dihadapi dan kebutuhan para pengrajin kelapa/pedagang kelapa

No.	Kendala yang dihadapi oleh pengrajin kelapa	Kebutuhan para pengrajin kelapa/pedagang kelapa
1	Hasil pencucian kurang bersih	Dapat mencuci daging buah kelapa dengan bersih
2	Waktu pencucian lama dan menggunakan tambahan air dalam satu wadah yang digunakan berulang	Alat pencuci yang praktis dan dapat bekerja secara kontinyu
3	Pencucian daging buah satu persatu	Kemudahan dalam proses pencucian
4	Keluhan sakit/nyeri pada punggung, leher, pinggang saat mencuci dalam jumlah banyak	Alat pencuci dapat mengurangi beban kerja dan tingkat kelelahan para pengrajin.
5	Kelelahan saat pencucian	Tidak menggunakan tenaga yang tinggi dan hemat energi
6	Alat pencuci daging buah kelapa dapat digunakan setiap hari	Alat pencuci daging buah kelapa dibuat kuat dan tahan lama
7	Menekan Biaya pemeliharaan	Pemeliharaan murah dan mudah

Tabel 3.

Kriteria realisasi alat

No	Kriteria
1	Alat tersebut mampu mencuci daging buah kelapa menggunakan air kelapa tanpa tambahan air
2	Alat tersebut mudah dioperasikan
3	Alat tersebut dapat menjadi lebih efektif dan efisien (waktu lebih cepat) dalam proses pencucian daging buah kelapa berlangsung selama 3 menit
4	Alat tersebut mudah pemeliharaannya khususnya hanya untuk penggantian belt dan pembersihan filter penyaring air kelapa.
5	Alat tersebut mampu mencuci tanpa merusak tekstur dan kualitas daging buah kelapa
6	Alat tersebut berbahan <i>stainless steel food grades 306</i>
7	Daya listrik untuk pengoperasian alat relatif kecil sebesar ½ hp atau ±400 watt

Adapun Spesifikasi alat pencuci daging buah kelapa ini adalah:

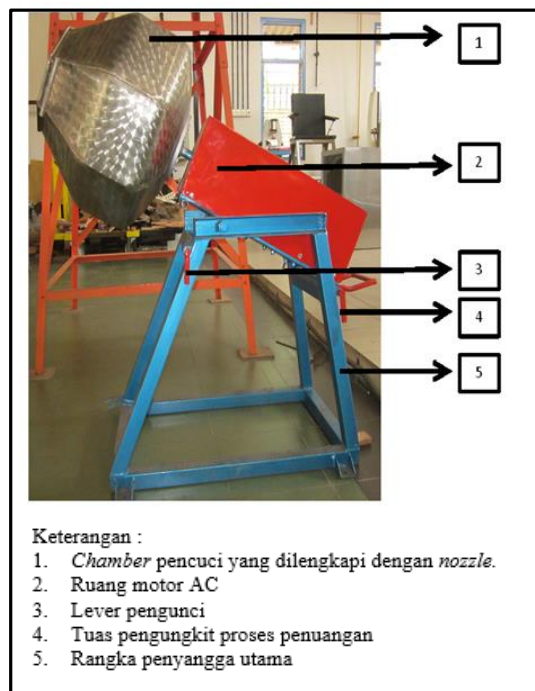
1. *Chamber* pencuci
Chamber pencuci berbentuk segi delapan dengan kapasitas 7-8 kg sekali tuang selama 3-5 menit proses pencucian.
2. Ruang Motor
Motor listrik yang digunakan adalah motor AC ¾ hp dengan daya 600 watt dan transmisi penggerak 200 rpm dan berputar searah jarum jam.
3. Lever Pengunci
Lever pengunci ini berfungsi untuk menjaga keseimbangan alat supaya stabil pada saat menuang daging buah kelapa.
4. Tuas pengungkit
Tuas pengungkit ini berfungsi untuk mempermudah proses penuangan daging buah kelapa. Cara penuangan dengan membuka engsel pengunci. Selanjutnya, seluruh isi chamber dituangkan ke dalam wadah yang telah disiapkan, untuk mengangkat tuas pengungkit diperlukan gaya penuangan sebesar 2 kg yang

masih sesuai dengan beban yang diijinkan kekuatan tangan manusia.

5. *High pressure nozzle* bertekanan rendah ±750PSI untuk proses pencucian dengan air kelapa sehingga dapat menjaga kualitas hasil VCO, mempercepat proses pembuatan VCO tanpa penguapan, menjaga kandungan lemak dan protein dengan tanpa penambahan air, serta dengan tanpa penambahan air saat pencucian maka limbah air kelapa tersebut dapat dimanfaatkan kembali untuk minyak pelapis besi sehingga tidak mudah teroksidasi.
6. Daging kelapa/kernel dan santan adalah makanan rendah asam sehingga sangat rentan terhadap kontaminasi mikroba. *Stainless steel food grade* adalah bahan yang digunakan untuk semua bagian peralatan proses VCO yang akan bersentuhan dengan inti kelapa.

5. DISKUSI

Dari survei informasi berbagai sumber yang telah dilakukan, maka belum dijumpai alat sejenis yang berfungsi sebagai alat pencuci daging buah kelapa menggunakan cairan kelapa. Perancangan alat ini menggunakan cairan kelapa sebagai media pencuci daging kelapa dengan pertimbangan karena semakin buruknya kualitas air baku yang berasal dari Kali Surabaya, tingginya konsentrasi senyawa polutan yang ada di dalam air baku, tingginya senyawa fenol dari buangan industri yang apabila bereaksi dengan senyawa khlor akan membentuk senyawa khloro-fenol yang bersifat karsinogen sehingga mempunyai efek buruk bagi kesehatan (Yudo dan Said, 2019). Kelebihan menggunakan cairan kepala sebagai media pencuci daging buah kelapa adalah limbah air kelapa bekas mencuci juga masih dapat dimanfaatkan kembali untuk minyak pelapis besi, sehingga tidak mudah teroksidasi. Proses pencucian dengan tanpa penambahan air juga bertujuan untuk menjaga kandungan lemak dan protein sehingga dapat menjaga kualitas hasil VCO.



Gambar 4.
Alat pencuci daging buah kelapa

6. KESIMPULAN

Dari kegiatan penelitian rancang bangun alat pencuci daging buah kelapa menggunakan air kelapa ini, maka dapat disimpulkan bahwa kemampuan proses pencucian alat dengan bentuk Chamber pencuci segi delapan ini adalah 7-8 kg selama 3-5 menit sekali proses penuangan. Pengoperasian alat relatif mudah. Sementara itu, proses pencucian dapat dilakukan tanpa penambahan air sehingga dapat menjaga kualitas daging buah kelapa dan meminimalkan kontaminasi dengan mikroba.

7. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan tahun kedua dari rencana tiga tahun Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi (PTUPT) yang dibiayai oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi, Sesuai dengan Kontrak Penelitian, Nomor: 200AG/WM01.5/N/2019.

8. DAFTAR PUSTAKA

1. Abdurrahman, H.N., Mohammed F.S., Yunus R.M., & Arman, A. 2009. Demulsification of Virgin Coconut Oil by centrifugation method: a feasibility study. *International Journal of Chemical Technology*, 1: 59-64.
2. Allorerung, D., & Mahmud, Z. 2002. Dukungan kebijakan iptek dalam pemberdayaan komoditas kelapa. *Prosiding*

Konferensi Nasional Kelapa V (pp. 70-82). Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan.

3. Anwar C., & Salima R. 2016. Perubahan rendemen dan mutu virgin coconut oil (VCO) pada berbagai kecepatan putar dan lama waktu sentrifugasi. *Jurnal Teknotan*, 10 (2): 51-60.
4. Agro Inovasi. 2006. *Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Kelapa*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.
5. Direktorat Jendral Perkebunan. 2016, *Statistik perkebunan Kelapa Indonesia 2015-2017*. Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan. (<http://ditjenbun.pertanian.go.id>). Diakses tanggal 12 Juli 2019.
6. Hapsari, N., & Welasih, T. 2009. Pembuatan Virgin Coconut Oil (VCO) dengan Metode Sentrifugasi. *Jurnal Teknologi Pangan*, 2654-5292.
7. Harian Merapi. 2018. *Melihat Pembuatan VCO Mulai Minyak Sampai Ampas Bernilai Jual*. (<https://www.harianmerapi.com/news/2018/06/23/21906/melihat-pembuatan-vco-mulai-minyak-sampai-ampas-bernilai-jual>). Diakses tanggal 12 Juli 2019.
8. Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
9. Meriam J.L., & L.G. Kraige. 2001. *Engineering Mechanics: Vol 1: Statics*. USA: John Wiley & Son.
10. Santosa H., Yuliati, & Mulyana J. 2019, Alat Pengupas Sabut Kelapa Asimetrik. *Proceeding Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri* (pp. 264-269). Malang: ITN Malang.
11. Suhendra. 2018. Pengaruh Ekspor Kelapa Indonesia Ke Negara-Negara Eropa terhadap pendapatan Negara Indonesia Tahun 2013-2017. *JOP Fisip*, 5(2).
12. Widayanti, T. 2016. *Minyak Kelapa Murni RI Laris Manis di Tiongkok & AS*. (<https://m.inilah.com/news/detail/2330450/minyak-kelapa-murni-ri-laris-manis-di-tiongkokas>). Diakses tanggal 12 Juli 2019.
13. Yuliati, Santosa, H., & Mulyana, J. 2019. Coconut shell breaker machine. *AIP Conference Proceedings*, 2114: 060004.
14. Yudo S, & Said, N. I. 2019. Kondisi Kualitas Air Sungai Surabaya Studi Kasus: Peningkatan Kualitas Air Baku PDAM Surabaya. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 20 (1): 19-28.